

## IMAGE FORMING LENS

Patent Number: JP11231215

Publication date: 1999-08-27

Inventor(s): FUKUNAGA HIDEKI

Applicant(s):: FUJI XEROX CO LTD

Requested Patent:  JP11231215

Application Number: JP19980037471 19980219

Priority Number(s):

IPC Classification: G02B13/24 ; G02B9/10

EC Classification:

Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a lens system with which a high resolution can be provided while reducing a color aberration without expanding a device by providing the system with one set of lenses mutually bonding a front lens group arranged on the side of reduction and composing the system of plural lenses so as to have positive power.

**SOLUTION:** An image forming lens system 1 is provided with a front lens group 2, a diaphragm 4 and a rear lens group 3. The front lens group 2 is provided with one set of lenses mutually bonded while being arranged on a reduction side B, for example, and has positive power. The diaphragm 4 is arranged so as to be coincident with the synthetic focal position of the front lens group 2 on the magnification side A. The rear side lens group 3 is arranged on the magnification side A of the diaphragm 4 and composed of plural lens and has negative power. Besides, the front lens group 2 is composed of a first lens 11 arranged on the reduction side B, a second lens 12 arranged on the magnification side A of the first lens 11, a third lens 13 arranged on the expansion side A of the second lens 12, and fourth lens 14 bonded on the surface of the third lens 13 on the magnification side A.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-231215

(43)公開日 平成11年(1999)8月27日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 B 13/24  
9/10

識別記号

F I  
G 0 2 B 13/24  
9/10

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全23頁)

(21)出願番号 特願平10-37471

(22)出願日 平成10年(1998)2月19日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社  
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 福永 秀樹

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
テクなかい富士ゼロックス株式会社内

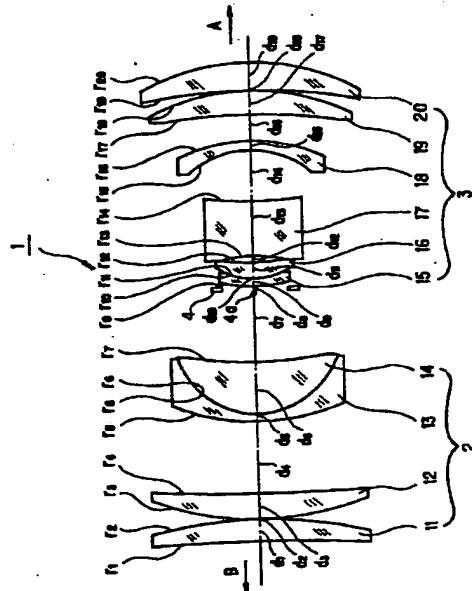
(74)代理人 弁理士 平田 忠雄

(54)【発明の名称】 結像レンズ

(57)【要約】

【課題】 色収差が少なく、装置を大型化せずに高解像  
が得られる結像レンズ系および記録光学装置を提供す  
る。

【解決手段】 この結像レンズ1は、縮小側Bに配置さ  
れ、互いに接合された1組のレンズを含み、正のパワー  
を有する前側レンズ群2と、前側レンズ群2の拡大側合  
成焦点位置4aに一致するように配置された絞り4と、  
絞り4の拡大側Aに配置され、複数のレンズからなり、  
負のパワーを有する後側レンズ群3とを備える。





側に凹面を向けた第3レンズと、前記第3レンズの前記拡大側の面に接合され、前記拡大側に凹面を向けた第4レンズとを含み。

前記後側レンズ群は、前記絞りの前記拡大側に配置され、前記縮小側に凹面を向けた負のパワーを有する第5レンズと、前記第5レンズの前記拡大側に配置され、前記拡大側に凸面を向けた正のパワーを有する第6レンズと、前記第6レンズの前記拡大側に配置され、前記縮小側に凹面を向けた負のパワーを有する第7レンズと、前記第7レンズの前記拡大側に配置され、前記縮小側に凹面を向けた負のパワーを有する第8レンズと、前記第8レンズの前記拡大側に配置され、前記拡大側に凸面を向けた正のパワーを有する第9レンズと、前記第9レンズの前記拡大側に配置され、前記縮小側に凹面を向けた負のパワーを有する第10レンズとを含む構成の請求項1記載の結像レンズ系。

【請求項7】複数のレーザ素子を有し、画像信号に基づいて前記複数のレーザ素子から複数のレーザビームを出射する半導体レーザアレイと、

縮小側あるいは拡大側に配置された前記半導体レーザアレイの前記複数のレーザ素子からの前記複数のレーザビームを拡大あるいは縮小して結像面上に結像させる結像レンズ系と、

前記複数のレーザ素子から出射され、前記結像レンズを介して照射される前記複数のレーザビームによって前記結像面上で露光され、前記画像信号に応じた静電潜像が形成される感光体とを備えた記録光学装置において、前記結像レンズ系は、前記縮小側に配置され、互いに接合された1組のレンズを含み、正のパワーを有する前側レンズ群と、前記前側レンズ群の拡大側合成焦点位置に一致するように配置された絞りと、前記絞りの拡大側に配置され、複数のレンズからなり、負のパワーを有する後側レンズ群とを備えたことを特徴とする記録光学装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、独立に制御可能な1次元もしくは2次元に配列された複数の発光部を有する光源を用いた複写機やプリンター等の記録光学装置に用いられる投影型の結像レンズ系およびそれを用いた記録光学装置に関し、特に、色収差が少なく、装置を大型化せずに高解像が得られる結像レンズ系および記録光学装置に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来の投影型の結像レンズとして、例えば特開昭62-52516号公報および特開平3-72310号公報に示されるものがある。

【0003】特開昭62-52516号公報に示された従来の結像レンズ系は、工学図面をマイクロ像サイズに縮小するマイクログラフィックスに用いられるものであ

り、互いに間隔を有して配置された少なくとも4群からなる10個のレンズ素子で構成されており、一対のメニスカスレンズからなる第1レンズ群と、互いに接合された2重レンズおよび両凸レンズからなる第2レンズ群と、平凸レンズおよび互いに接合された2重レンズからなる第3レンズ群と、互いに接合された2重レンズからなる第4レンズ群と、第2レンズ群と第3レンズ群の間に配置された開口絞りとから構成されている。この結像レンズ系によれば、色収差が少なく、半画角が33°の超広角レンズを提供することができる。

【0004】特開平3-72310号公報に示された従来の結像レンズ系は、プリント基板の製造における露光装置に用いられるものであり、像側テレセントリック系のレンズ系により構成されている。すなわち、この結像レンズ系は、物体側に凸面を向けた正のパワーを有する第1レンズと、この第1レンズの像側に配置され、物体側に凸面を向けた正のパワーを有する第2レンズと、この第2レンズの像側に配置され、凹面を像側に向けた負のパワーを有する第3レンズとからなる前側レンズ群と、この前側レンズ群の像側に配置され、物体側に凹面を向けた負のパワーを有する第4レンズと、この第4レンズの像側に配置され、凹面を像側に向けた正のパワーを有する第5レンズと、この第5レンズの像側に配置され、凸面を像側に向けた正のパワーを有する第6レンズと、この第6レンズの像側に配置され、凸面を物体側に向けた正のパワーを有する第7レンズとからなる後側レンズ群と、後側レンズ群の前側合成焦点位置に一致するよう前側レンズ群と後側レンズ群との間に配置された絞りとにより構成されている。この結像レンズ系によれば、テレセントリック系を採用することにより、像の寸法精度が高くなり、画面サイズに比べ物像間距離が大きくなるとともに、口径比が大きくなって解像度を向上させることができる。

【0005】一方、電子写真方式による光プリンターやデジタル複写機等の記録光学装置においては、近年画像品質の向上が要求され、印字画像の高精度化、すなわち解像度の向上が進んでいる。このような従来の記録光学装置としては、例えば、特開平1-152683号公報に示されているものがある。この記録光学装置は、半導体レーザを1次元的に配列させた半導体レーザアレイを光源に用いたレーザビームスキャナーである。ここでは半導体レーザアレイを光源としているために十分な光量が得られ、また発光パターンを光学系によって記録面上に投影させるため、可動部が必要ない。また、光源に単色光である半導体レーザを用いているために、单一波長に対応した光学系でよいことから、色収差補正が必要ないという利点がある。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特開昭62-52516号公報に示された従来の結像レンズ系による

と、マイクログラフィック用のレンズ系は十分な画面サイズを備えているものの、拡大側の倍率は10倍以上と大きく、FナンバーもF/5以上と大きいために必要な解像度が得られないという問題がある。また、縮小側はテレセントリック系となっていないため、ここで用いているレンズ系を、各レーザ素子から出射されるレーザ光の主光線が平行になっている半導体レーザアレイにそのまま適用させることはできない。

【0007】特開平3-72310号公報に示された従来の結像レンズ系によると、縮小側テレセントリック系の構成となっており、拡大側が2~5倍の低い拡大倍率でFナンバーも2~4程度と比較的明るく高い解像度を持っていると思われる。しかしながら、この露光装置に用いられるレンズ系は焦点距離が短くかつ拡大側の画角が狭いため、ここでのレンズ系をそのまま適用して記録光学装置に必要な画面サイズ(120mm以上)を満足しようとすると、巨大なレンズ群が必要となることから、装置を大型化せずに高解像化するには限界があるという問題がある。

【0008】特開平1-152683号公報に示された従来の記録光学装置によると、半導体レーザアレイを光源としているために十分な光量が得られるが、半導体レーザを1次元的に配列しているため、熱的な干渉と作製上の点から集積化に限界があることから、像面上での高解像に対応した高密度化に制限があり、また倍率を小さくした場合でも、半導体レーザアレイの大きさの制限から、大きな画面サイズを有し、高解像が得られないという問題がある。また、単色光の半導体レーザを用いても、環境温度の変化や同一アレイ内でのばらつきによりも、波長差が生じ、色収差が生ずるという問題がある。

【0009】従って、本発明の目的は、色収差が少なくて、装置を大型化せずに高解像が得られる結像レンズ系および記録光学装置を提供することにある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、縮小側あるいは拡大側からの入射光を拡大あるいは縮小して結像面に結像させる結像レンズにおいて、前記縮小側に配置され、互いに接合された1組のレンズを含み、正のパワーを有する前側レンズ群と、前記前側レンズ群の拡大側合成焦点位置に一致するように配置された絞りと、前記絞りの拡大側に配置され、複数のレンズからなり、負のパワーを有する後側レンズ群とを備えたことを特徴とする結像レンズ系を提供する。本発明は、上記目的を達成するため、複数のレーザ素子を有し、画像信号に基づいて前記複数のレーザ素子から複数のレーザビームを出射する半導体レーザアレイと、縮小側あるいは拡大側に配置された前記半導体レーザアレイの前記複数のレーザ素子からの前記複数のレーザビームを拡大あるいは縮小して結像面上に結像させる結像レンズ系と、前記複数のレーザ素子から出射され、前記結像

レンズを介して照射される前記複数のレーザビームによって前記結像面上で露光され、前記画像信号に応じた静電潜像が形成される感光体とを備えた記録光学装置において、前記結像レンズ系は、前記縮小側に配置され、互いに接合された1組のレンズを含み、正のパワーを有する前側レンズ群と、前記前側レンズ群の拡大側合成焦点位置に一致するように配置された絞りと、前記絞りの拡大側に配置され、複数のレンズからなり、負のパワーを有する後側レンズ群とを備えたことを特徴とする記録光学装置を提供する。

#### 【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る結像レンズ系を示す。なお、同図において、右側が拡大側(物体)Aを示し、左側が縮小側(像)Bを示す(他の図でも同じ)。この結像レンズ系1は、縮小側Bあるいは拡大側A(本実施の形態では、縮小側Bとする)からの入射光を拡大して結像面上に結像させるものであり、縮小側Bに配置され、互いに接合された1組のレンズを含み、正のパワーを有する前側レンズ群2と、前側レンズ群2の拡大側A合成焦点位置に一致するよう配置された絞り4と、絞り4の拡大側Aに配置され、複数のレンズからなり、負のパワーを有する後側レンズ群3とを備えている。なお、 $r_1$ はレンズの曲率半径を示し、 $d_i$ は各レンズの面の隣り合った面間隔、およびレンズ面と絞り4の間隔を示している(以下に示す図において同じ)。

【0012】第1の実施の形態の前側レンズ群2は、縮小側Bに配置され、拡大側Aに凸面を向けた正のパワーを有する第1レンズ11と、第1レンズ11の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凸面を向けた正のパワーを有する第2レンズ12と、第2レンズ12の拡大側Aに配置され縮小側Bに凸面を向けた第3レンズ13と、第3レンズ13の拡大側Aの面に接合され、拡大側Aに凹面を向けた第4レンズ14とからなる。

【0013】第1の実施の形態の後側レンズ群3は、絞りの拡大側Aに配置され、拡大側Aに凹面を向けた負のパワーを有する第5レンズ15と、第5レンズ15の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凸面を向けた正のパワーを有する第6レンズ16と、第6レンズ16の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面を向けた負のパワーを有する第7レンズ17と、第7レンズ17の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面を向けた負のパワーを有する第8レンズ18と、第8レンズ18の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面を向けた正のパワーを有する第9レンズ19と、第9レンズ19の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面を向けた正のパワーを有する第10レンズ20とからなる。

【0014】上記構成の結像レンズ系1の作用を説明する。

【0015】後側レンズ群3は、全体として負のパワー

7

を有するので、拡大側Aで広い画角となり、大きな画面サイズが得られる。その一方、それによって発生する収差も増大する。そこで、後側レンズ群3を複数の負のパワーを有するレンズで構成することにより、パワーを分散させて発生する収差を減らすことができる。さらに、後側レンズ群3内に正のパワーを有するレンズを導入し、負のパワーを有するレンズと正のパワーを有するレンズの構成を適正化することにより、負レンズで発生した収差を正レンズによって打ち消し、結像レンズ系1全体の収差を抑制することができる。

【0016】また、光源に半導体レーザアレイを用いた場合、一般に、各レーザ素子からの出射光は互いに平行であるため、縮小側Bをテレセントリック系の構成しなければならない。そのため、縮小側Bに設けた前側レンズ群2は、少なくとも2枚の正のパワーを有するレンズを含んでいる。この群が例えば1枚の場合、テレセントリック系となるよう半導体レーザアレイから出射されたレーザビームの軸外の光軸に平行な主光線を絞りの中心に向かうように曲げかつ収差を抑えた明るいレンズとすることは困難である。

【0017】また、半導体レーザアレイ内の各レーザ素子の波長のばらつきや、環境あるいは経時的な変化によってレーザの波長に変動がある場合、单一波長もしくは狭い波長領域で設計されたレンズ系では波長が異なることによって波長ごとに焦点位置が大きくずれるという色収差の問題が発生する。ここでは、第3レンズ13と第4レンズ14を分散の大きく異なるレンズを用い、かつ、互いに接合させることにより、波長変動に対する焦点位置ずれの抑制が可能である。

【0018】上記構成の第1の実施の形態によれば、後側レンズ群3は、負のパワーを有するので、拡大側Aで半画角10°以上の広角となり、レンズの径に比べて大きな画面サイズが得られる。従って、拡大倍率が5~10倍、焦点距離が50mm~100mmと長く、像高60mm以上にわたって書き込みが可能となる。また、前側レンズ群2および後側レンズ群3を絞り4に向かう凹面を有する複数のレンズから構成したので、Fナンバーが3以下と明るく、高解像が得られる。また、前側レンズ群2は、正のパワーを有するので、テレセントリック系の構成が容易になり、装置を大型化せずに高解像度が得られる半導体レーザアレイを光源に用いることができる。また、レンズの使用枚数を減らすことができる。また、レンズ全長が50mm~150mmと小型化が図れる。また、第3レンズ13と第4レンズ14とを互いに接合しているので、半導体レーザの波長の変動幅と考えられる770nmから790nmの波長領域で波長変動に対するデフォーカスが0.01mm/nm以下と小さくなる。

【0019】図2は、本発明の第2の実施の形態に係る結像レンズ系を示す。この結像レンズ系1は、第1の実

施の形態と同様に構成された前側レンズ群2および絞り4と、第1の実施の形態とは異なる構成の後側レンズ群3とを備えている。

【0020】後側レンズ群3は、絞り4の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第5レンズ15と、第5レンズ15の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第6レンズ16と、第6レンズ16の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第7レンズ17と、第7レンズ17の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第8レンズ18と、第8レンズ18の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第9レンズ19と、第9レンズ19の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第10レンズ20とからなる。

【0021】図3は、本発明の第3の実施の形態に係る結像レンズ系を示す。この結像レンズ系1は、第1の実施の形態と同様に構成された前側レンズ群2および絞り4と、第1の実施の形態とは異なる構成の後側レンズ群3とを備えている。

【0022】後側レンズ群3は、絞り4の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第5レンズ15と、第5レンズ15の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第6レンズ16と、第6レンズ16の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第7レンズ17と、第7レンズ17の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第8レンズ18と、第8レンズ18の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第9レンズ19と、第9レンズ19の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第10レンズ20とからなる。

【0023】図4は、本発明の第4の実施の形態に係る結像レンズ系を示す。この結像レンズ系1は、第1の実施の形態と同様に構成された前側レンズ群2および絞り4と、第1の実施の形態とは異なる構成の後側レンズ群3とを備えている。

【0024】後側レンズ群3は、絞り4の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第5レンズ15と、第5レンズ15の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第6レンズ16と、第6レンズ16の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第7レンズ17と、第7レンズ17の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第8レンズ18と、第8レンズ18の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面向けた正のパワーを有する第9レンズ19と、第9レンズ19の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面向けた負のパワーを有する第10レンズ20とからなる。

【0025】図5は、本発明の第5の実施の形態に係る

結像レンズ系を示す。この結像レンズ系1は、第1の実施の形態と同様に構成された絞り4と、第1の実施の形態とは異なる構成の前側レンズ群2および後側レンズ群3とを備えている。

【0026】前側レンズ群2は、縮小側Bに配置され、拡大側Aに凸面を向けた正のパワーを有する第1レンズ11と、第1レンズ11の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凸面を向けた正のパワーを有する第2レンズ12と、第2レンズ12の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面を向けた第3レンズ13と、第3レンズ13の拡大側Aの面に接合され、拡大側Aに凹面を向けた第4レンズ14とからなる。

【0027】後側レンズ群3は、絞り4の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面を向けた負のパワーを有する第5レンズ15と、第5レンズ15の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面を向けた正のパワーを有する第6レンズ16と、第6レンズ16の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面を向けた負のパワーを有する第7レンズ17と、第7レンズ17の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面を向けた負のパワーを有する第8レンズ18と、第8レンズ18の拡大側Aに配置され、拡大側Aに凸面を向けた正のパワーを有する第9レンズ19と、第9レンズ19の拡大側Aに配置され、縮小側Bに凹面を向けた負のパワーを有する第10レンズ20とからなる。

【0028】図6は、本発明の実施の形態に係る記録光学装置を示す。この記録光学装置100は、 $n \times m$ 個のレーザ素子をアレイ状に配置し、各レーザ素子からレーザビームを平行に同時に独立して出射可能な半導体レーザアレイ101と、半導体レーザアレイ101の各レーザ素子から平行に出射された複数のレーザビームを合成焦点位置6aに集光させた後、所定の画角で拡大して図示しない駆動装置によって回転する感光体ドラム102上に結像させる上記構成の結像レンズ系1と、画像信号を記憶した画像メモリ103と、画像メモリ103から画像信号を読み出し、その画像信号を処理して記録パターンに応じた記録信号を入力して出力する信号処理回路\*

\*104と、信号処理回路104からの記録信号を入力して半導体レーザアレイ101を駆動するレーザ駆動回路105と、レーザ駆動回路105に制御信号を出力してレーザ駆動回路105による駆動を制御する制御回路106とを具備している。また、この記録光学装置100は、図示は省略するが、感光体ドラム102の周囲に帶電器、現像器、転写器等の画像形成手段を設け、転写器の前段には、転写器に記録用紙を供給する給紙部を設け、転写器の後段には、記録用紙に転写されたトナー像を定着する定着器、およびトナー像が定着された記録用紙を排紙する排紙部等を設けている。

【0029】上記構成の記録光学装置100によれば、環境温度の変化によるレーザビームの波長変化や、同一アレイ内での波長ばらつきによる波長変動があっても、画質劣化のないように焦点深度に対して十分小さいデフォーカスに抑えることができる。また、結像レンズ系1は、感光体ドラム102のある拡大側Aで5倍から10倍の倍率を有しているので、光源を小型化できる。また、結像レンズ系1は、Fナンバーが3より小さく明るいため、感光体ドラム102上に結像されるレーザビームのスポット径を小さくでき、高い解像度の画像を形成することができる。また、結像レンズ系1は、焦点距離が50~100mmで半画角10°以上の広角であるため、半導体レーザアレイ101から感光体ドラム102までの全長を500mm以下に短くでき、かつ60mm以上の像高が得られるので、装置の小型化が図れる。また、結像レンズ系1は、縮小側Bをテレセントリック系に構成しているので、縮小側Bにレーザビームの主光線が光軸に平行な半導体レーザアレイ101を用いること30ができるので、高解像度が得られる。

## 【0030】

【実施例】<実施例1>表1は、図1に示す第1の実施の形態に対応する実施例1の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表1】

面番号:	曲率半径r <sub>i</sub>	面間隔d <sub>i</sub>	屈折率n <sub>j</sub>	アッペ数v <sub>j</sub>
1	-2143.56826	4.80938	1.804199	48.5025
2	-80.65415	0.10000		
3	59.26578	5.09839	1.712999	53.9389
4	246.69465	15.08569		
5	40.76014	1.70000	1.805180	25.4564
6	16.7545	10.82133	1.804199	48.5025
7	64.0246	15.96491		
8	絞り	0.10000		
9	27.06324	1.70000	1.846883	23.7848
10	13.54961	0.10000		
11	13.70770	3.39635	1.487489	70.4412
12	62.52068	1.21563		
13	-37.41236	11.38535	1.672701	32.1733
14	62.38481	11.11937		
15	-18.07923	1.70000	1.517419	52.1545
16	-30.95035	5.48261		
17	-101.96475	4.58919	1.834000	37.3451
18	-48.76696	0.10000		
19	-107.00844	5.53160	1.834000	37.3451
20	-44.85044			

【0031】表1において、r<sub>i</sub>はレンズの曲率半径を示し、d<sub>i</sub>は各レンズの面の隣り合った面間隔、および

レンズ面と絞りとの間隔を示している。また、 $n_j$  は d 線における各レンズの屈折率で、 $v_j$  は分散値を示している。上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦距  $f$ 、倍率  $M$ 、像高  $IMH$ 、物体側開口数  $NA$ 、物像間距離  $TT$ 、およびレンズ全長  $OAL$  は以下の通りにそれぞれ設定されている。

$f = 59.9798 \text{ mm}$ ,  $M = 6$ ,  $IMH = 60 \text{ mm}$ ,  $NA = 0.169$

$TT = 446.2155 \text{ mm}$ ,  $OAL = 100 \text{ mm}$

【0032】図7(a), (b), (c) および図8(a), (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高  $60 \text{ mm}$ ,  $40 \text{ mm}$ ,  $0 \text{ mm}$  の横収差をそれぞれ示す。それぞれの\*

\* 図においては、縮小側 B の光源として用いる半導体レーザの波長である  $780 \text{ nm}$  についてのものである。図7 の非点収差図および図8において、S はサジタル像面を表わし、T はタンジェンシャル像面を表している。本実施例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側 B に凸面をなしており、拡散レンズとなる第8レンズ18の拡大側 A に2枚の凸レンズ(19, 20)を配置している。なお、後で述べる実施例においては、上記と同一符号を用いてその説明を省略する。

10 【0033】<実施例2>表2は、図2に示す第2の実施の形態に対応する実施例2の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表2】

面番号 i	曲率半径 $r_i$	面間隔 $d_i$	屈折率 $n_j$	アッペ数 $v_j$
1	372.01083	4.38411	1.804199	48.5025
2	-68.09675	3.22993		
3	39.38114	10.38897	1.804199	48.5025
4	-361.24778	0.10000		
5	24.93125	8.07327	1.581436	40.8876
6	-67.68183	2.20242	1.846663	23.7848
7	18.08173	18.11802		
8	絞り	1.23420		
9	-28.08589	1.70000	1.784719	25.7208
10	-120.34233	3.20094		
11	87.10138	4.85563	1.805104	40.7344
12	-28.26933	7.46580		
13	-22.88131	1.70000	1.846663	23.7848
14	110.98811	6.98213		
15	-167.98545	4.78169	1.834000	37.3451
16	-43.46383	0.10000		
17	423.27624	7.18228	1.805104	40.7344
18	-43.42537	12.31083		
19	-41.34483	1.70000	1.487489	70.4412
20	-471.73265			

【0034】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離  $f$ 、倍率  $M$ 、像高  $IMH$ 、物体側開口数  $N$  A、物像間距離  $TT$ 、およびレンズ全長  $OAL$  は以下の通りにそれぞれ設定されている。

$f = 60.0003 \text{ mm}$ ,  $M = 6$ ,  $IMH = 60 \text{ mm}$ ,  $NA = 0.169$

$TT = 451.347 \text{ mm}$ ,  $OAL = 100 \text{ mm}$

【0035】図9(a), (b), (c) および図10(a), (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高  $60 \text{ mm}$ , \*

\*  $40 \text{ mm}$ ,  $0 \text{ mm}$  の横収差をそれぞれ示す。本実施例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側 B に凹面をなしており、拡散レンズとなる第7レンズ17と第10レンズ20の間に2枚の凸レンズ(18, 19)を配置している。

30 【0036】<実施例3>表3は、図3に示す第3の実施の形態に対応する実施例3の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表3】

面番号 i	曲率半径 $r_i$	面間隔 $d_i$	屈折率 $n_j$	アッペ数 $v_j$
1	704.70885	5.92055	1.804199	48.5025
2	-78.09908	5.28309		
3	42.2823	6.72205	1.804199	48.5025
4	-510.11342	0.10000		
5	27.2901	8.17073	1.622994	58.1223
6	-92.88845	2.10826	1.846663	23.7848
7	18.31678	20.97988		
8	絞り	2.64250		
9	-24.82613	2.08148	1.82004	38.3034
10	108.06274	2.69714		
11	74.54558	5.9035	1.804199	48.5025
12	-27.64122	0.50761		
13	-74.04511	1.90000	1.487489	70.4412
14	114.58908	5.68064		
15	-19.47599	6.21395	1.846663	23.7848
16	-27.84064	0.10000		
17	302.57105	5.59867	1.804199	48.5025
18	-51.52035	15.50398		
19	-28.21198	1.90000	1.846663	23.7848
20	-39.4535			

13

【0037】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離f、倍率M、像高IMH、物体側開口数N A、物像間距離TT、およびレンズ全長OALは以下の通りにそれぞれ設定されている。

$$f = 59.997 \text{ mm}, M = 6, IMH = 60 \text{ mm}, N$$

$$A = 0.169$$

$$TT = 455.9419 \text{ mm}, OAL = 100 \text{ mm}$$

【0038】図11(a), (b), (c) および図12(a), (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ

系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高60m\*10

14

\* m, 40mm, 0mmの横収差をそれぞれ示す。本実施例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側Bに凹面をなしており、拡散レンズとなる第8レンズ18と第10レンズ20の間に1枚の凸レンズ(19)を配置している。

【0039】<実施例4>表4は、図4に示す第4の実施の形態に対応する実施例4の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表4】

面番号i	曲率半径ri	面間隔di	屈折率nj	アッペ数vj
1	207.83824	5.55071	1.804199	46.5025
2	-93.12972	0.10000		
3	43.77102	11.01609	1.805104	40.7344
4	-781.91762	0.10000		
5	27.16709	7.90119	1.80311	80.6946
6	-91.83047	3.9598	1.846663	23.7848
7	16.83903	17.31672		
8	脱り	1.30147		
9	-25.4471	1.90000	1.846663	23.7848
10	-294.6595	7.88395		
11	100.88429	7.0183	1.804199	46.5025
12	-31.21228	6.70043		
13	-25.2628	1.90000	1.487489	70.4412
14	-64.40332	0.10000		
15	-2919.23522	1.90000	1.846663	23.7848
16	75.18458	0.80174		
17	133.80812	6.20236	1.83400	37.3451
18	-50.80382	18.37224		
19	-30.94044	1.90000	1.620040	36.3034
20	-43.44852			

【0040】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離f、倍率M、像高IMH、物体側開口数N A、物像間距離TT、およびレンズ全長OALは以下の通りにそれぞれ設定されている。

$$f = 59.999 \text{ mm}, M = 6, IMH = 60 \text{ mm},$$

$$NA = 0.169$$

$$TT = 457.7729 \text{ mm}, OAL = 100 \text{ mm}$$

【0041】図13(a), (b), (c) および図14(a), (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ

系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高60m※

\* m, 40mm, 0mmの横収差をそれぞれ示す。本実施例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側Bに凹面をなしており、拡散レンズとなる第7レンズ17と第10レンズ20の間に1枚の凸レンズ(19)と1枚の凹レンズ(18)を配置している。

【0042】<実施例5>表5は、図5に示す第5の実施の形態に対応する実施例5の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表5】

面番号i	曲率半径ri	面間隔di	屈折率nj	アッペ数vj
1	69.09849	4.11408	1.804199	46.5025
2	-71.18915	0.62674		
3	64.68427	4.34853	1.804199	46.5025
4	-553.73749	1.88018		
5	-71.208	1.80000	1.672701	32.1733
6	18.84077	6.42599	1.804199	46.5025
7	177.74401	19.35948		
8	脱り	1.90056		
9	-17.74318	1.60000	1.846663	23.7848
10	79.07145	0.10000		
11	42.46725	1.96157	1.804199	46.5025
12	-22.72139	7.38571		
13	-19.52410	13.00000	1.846663	23.7848
14	-27.28269	2.47236		
15	-18.28233	10.17783	1.805118	25.4548
16	-32.68548	0.10000		
17	727.6829	7.77086	1.806104	40.7344
18	-44.13888	6.41515		
19	-38.25847	1.60000	1.487489	70.4412
20	-101.79311			

【0043】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離f、倍率M、像高IMH、物体側開口数N A、物像間距離TT、およびレンズ全長OALは以下の通りにそれぞれ設定されている。

$$f = 59.9884 \text{ mm}, M = 6, IMH = 60 \text{ mm},$$

$$NA = 0.169$$

$$TT = 431.9372 \text{ mm}, OAL = 100 \text{ mm}$$

50 【0044】図15(a), (b), (c) および図16(a)

15

(b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高 6.0 mm, 4.0 mm, 0 mm の横収差をそれぞれ示す。本実施例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側Bに凸面をなしており、拡散レンズとなる第8レンズ18と第10レンズ20の間に1枚の凸レンズ(1\*

16

\* 9) を配置し、歪曲を 0. 1% 以下に低減している。

【0045】<実施例6>表6は、図1に示す第1の実施の形態に対応する実施例6の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表6】

面番号i	曲率半径ri	面間隔di	屈折率nj	アッペ数vj
1	-371.22158	4.88488	1.838342	55.4436
2	-71.60458	0.10000		
3	118.20942	4.91080	1.744001	44.8991
4	-318.56052	0.53128		
5	42.9740	11.31938	1.804199	48.5025
6	-65.32812	6.15161	1.80518	25.4564
7	59.84843	24.36217		
8	鏡り	0.10000		
9	28.12088	1.70000	1.848663	23.7848
10	14.36155	0.10000		
11	14.30461	1.36092	1.518798	64.1983
12	81.79186	0.88729		
13	-61.16483	15.21157	1.80518	25.4564
14	51.60515	9.21724		
15	-16.6765	1.70000	1.847693	33.8369
16	-33.42965	4.83354		
17	-47.5112	3.69167	1.848663	23.7848
18	-35.0196	0.10000		
19	-442.20843	6.63785	1.83400	37.3451
20	-47.18974			

【0046】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離 f、倍率 M、像高 I MH、物体側開口数 N A、物像間距離 TT、およびレンズ全長 OAL は以下の通りにそれぞれ設定されている。

f = 59.9875 mm, M = 6, I MH = 6.0 mm,

NA = 0.169

TT = 455.8984 mm, OAL = 100 mm

【0047】図18(a), (b), (c) および図19(a), (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高 6.0 mm

20※m, 4.0 mm, 0 mm の横収差をそれぞれ示す。本実施例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側Bに凸面をなしており、拡散レンズとなる第7レンズ17の拡大側Aに2枚の凸レンズ(19, 20)を配置している。

【0048】<実施例7>図20は、図3に示す第3の実施の形態に対応する実施例7の結像レンズ系を示す。表7は、実施例7の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表7】

面番号i	曲率半径ri	面間隔di	屈折率nj	アッペ数vj
1	-2084.3253	10.46274	1.804199	48.5025
2	-71.49866	0.10000		
3	39.51381	6.72133	1.804199	48.5025
4	-324.92544	0.10000		
5	25.60071	6.02022	1.563839	60.8301
6	-75.45316	5.6248	1.735198	27.5302
7	15.17042	14.5288		
8	鏡り	1.22485		
9	-19.63795	1.60000	1.848663	23.7848
10	344.70177	2.24993		
11	55.84204	6.04234	1.612717	59.5782
12	-20.21854	0.9597		
13	-22.00353	10.6637	1.80518	25.4564
14	-30.3341	2.13416		
15	-41.38485	1.63213	1.848663	23.7848
16	-27.5047	0.10000		
17	3021.82826	5.3842	1.83400	37.3451
18	-48.74829	20.87132		
19	-24.55218	1.62000	1.518798	64.1983
20	-33.24417			

【0049】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離 f、倍率 M、像高 I MH、物体側開口数 N A、物像間距離 TT、およびレンズ全長 OAL は以下の通りにそれぞれ設定されている。

f = 59.9868 mm, M = 6, I MH = 6.0 mm,

NA = 0.169

TT = 444.4361 mm, OAL = 100 mm

【0050】図21(a), (b), (c) および図22(a)

, (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高 6.0 mm, 4.0 mm, 0 mm の横収差をそれぞれ示す。本実施例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側Bに凹面をなしており、拡散レンズとなる第8レンズ18と第10レンズ20の間に1枚の凸レンズ(1

9) を配置し、歪曲を 0.1% 以下に低減している。

【0051】<実施例8>図23は、図2に示す第2の

実施の形態に対応する実施例8の結像レンズ系を示す。 \*す。  
表8は、実施例8の結像レンズ系のレンズデータを示 \* 【表8】

面番号i	曲率半径ri	面間隔di	屈折率nj	アッペ数vj
1	519.91861	4.53473	1.804199	48.5025
2	-82.28063	0.10000		
3	38.60449	7.05177	1.804199	48.5025
4	1636.58185	0.12241		
5	24.38371	8.78723	1.583839	60.8301
6	-115.5182	1.60000	1.755198	27.5302
7	16.15355	16.90354		
8	鏡り	1.1385		
9	-26.83903	1.60000	1.846663	23.7848
10	-281.87588	4.35035		
11	50.84725	5.6231	1.812717	58.5782
12	-27.68117	0.81146		
13	-20.0845	1.60000	1.80518	25.4564
14	186.67284	4.31507		
15	-77.42185	3.7286	1.846663	23.7848
16	-40.34549	0.10000		
17	209.12818	8.41879	1.83400	37.3451
18	-38.12891	15.61446		
19	-31.04057	1.60000	1.516798	64.1983
20	-57.73599			

【0052】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離f、倍率M、像高IMH、物体側開口数NA、物像間距離TT、およびレンズ全長OALは以下の通りにそれぞれ設定されている。

f = 59.9847 mm, M = 6, IMH = 60 mm, NA = 0.169

TT = 447.2252 mm, OAL = 100 mm

【0053】図24(a), (b), (c) および図25(a), (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高60 mm, 40 mm, 0 mmの横収差をそれぞれ示す。本実施※

※例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側Bに凹面をなしており、拡散レンズとなる第7レンズ17と第10レンズ20の間に2枚の凸レンズ(18, 19)を配置し、歪曲を0.1%以下に低減している。

【0054】<実施例9>図26は、図3に示す第3の実施の形態に対応する実施例9の結像レンズ系を示す。表9は、実施例9の結像レンズ系のレンズデータを示す。

【表9】

面番号i	曲率半径ri	面間隔di	屈折率nj	アッペ数vj
1	460.45731	8.74711	1.804199	48.5025
2	-78.18634	0.10000		
3	39.5132	6.74558	1.804199	48.5025
4	-1010.641	0.10000		
5	25.4088	8.18923	1.583839	60.8301
6	-101.15257	3.38933	1.755198	27.5302
7	16.74743	17.12051		
8	鏡り	1.18921		
9	-21.59842	1.60000	1.846663	23.7848
10	175.93884	2.4824		
11	51.48832	5.64268	1.812717	58.5782
12	-22.08878	3.43579		
13	-22.98221	10.00442	1.80518	25.4562
14	-26.25932	1.40319		
15	-21.04887	5.84689	1.846663	23.7848
16	-38.50582	0.10000		
17	680.20844	6.46025	1.83400	37.3451
18	-43.82955	15.88883		
19	-28.01158	1.60000	1.516798	64.1983
20	-53.87293			

【0055】上記レンズデータを有する結像レンズ系の有効焦点距離f、倍率M、像高IMH、物体側開口数NA、物像間距離TT、およびレンズ全長OALは以下の通りにそれぞれ設定されている。

f = 59.9863 mm, M = 6, IMH = 60 mm, NA = 0.169

TT = 449.892 mm, OAL = 100 mm

【0056】図27(a), (b), (c) および図28(a), (b), (c) は、上記のように構成された結像レンズ系の球面収差、非点収差、歪曲収差、および像高60 mm, 40 mm, 0 mmの横収差をそれぞれ示す。本実施

例では、第3レンズ13と第4レンズ14の接合面が縮小側Bに凹面をなしており、拡散レンズとなる第8レンズ18と第10レンズ20の間に1枚の凸レンズ(19)を配置し、歪曲を0.1%以下に低減している。

【0057】なお、本実施の形態では、半導体レーザアレイが平板状で、各レーザ素子からは面に垂直方向に互いに平行にレーザ光の主光線が射出されるものを用い、半導体レーザアレイの大きさがレンズ系の径に対して無視できない大きさであるため、縮小側Bはテレセントリック系としたが、半導体レーザアレイが球面上かもしくは曲面上に配置されている場合や、半導体レーザアレイ

が平板状であっても各レーザ光のレーザ光の主光線がレンズの絞りに向かうよう構成されている場合は、テレセントリック系に比べて設計が容易となるため、本実施の形態を補正して用いることができる。

#### 【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、縮小側に配置される前側レンズ群は、互いに接合された1組のレンズを含んで構成されているので、色収差を低減することができる。また、縮小側に配置される前側レンズ群は、正のパワーを有するように複数のレンズから構成されているので、テレセントリック系の構成が容易になり、装置を大型化せずに高解像が得られる半導体レーザアレイを光源に用いることができる。また、拡大側に配置される後側レンズ群は、負のパワーを有するように複数のレンズから構成されているので、広角化が可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第4の実施の形態に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図5】本発明の第5の実施の形態に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る記録光学装置の概略構成を示す斜視図である。

【図7】本発明の実施例1における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図8】本発明の実施例1における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図9】本発明の実施例2における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図10】本発明の実施例2における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図11】本発明の実施例3における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図12】本発明の実施例3における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図13】本発明の実施例4における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図14】本発明の実施例4における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図15】本発明の実施例5における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図16】本発明の実施例5における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図17】本発明の実施例6に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図18】本発明の実施例6における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図19】本発明の実施例6における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図20】本発明の実施例7に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図21】本発明の実施例7における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図22】本発明の実施例7における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図23】本発明の実施例8に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図24】本発明の実施例8における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図25】本発明の実施例8における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

【図26】本発明の実施例9に係る結像レンズ系の構成を示す断面図である。

【図27】本発明の実施例9における諸収差図であり、(a)は球面収差図、(b)は非点収差図、(c)は歪曲収差図である。

【図28】本発明の実施例9における横収差図であり、(a)は像高60mmの横収差図、(b)は像高40mmの横収差図、(c)は像高0mmの横収差図である。

#### 【符号の説明】

1 結像レンズ系

2 前側レンズ群

3 後側レンズ群

4 絞り

4 a 合成焦点位置

1 1 第1レンズ

1 2 第2レンズ

50 1 3 第3レンズ

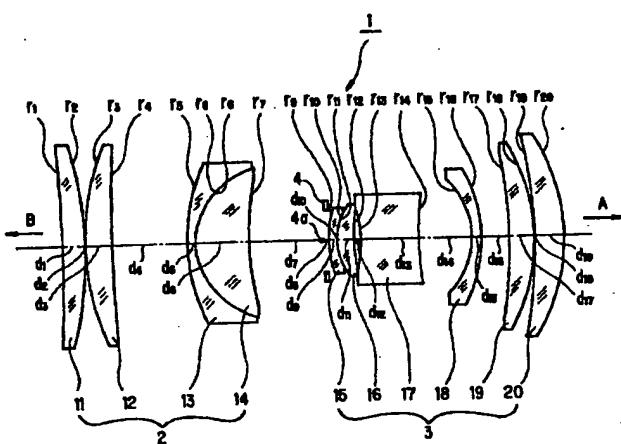
21

- 14 第4レンズ  
15 第5レンズ  
16 第6レンズ  
17 第7レンズ  
18 第8レンズ  
19 第9レンズ  
20 第10レンズ  
100 記録光学装置

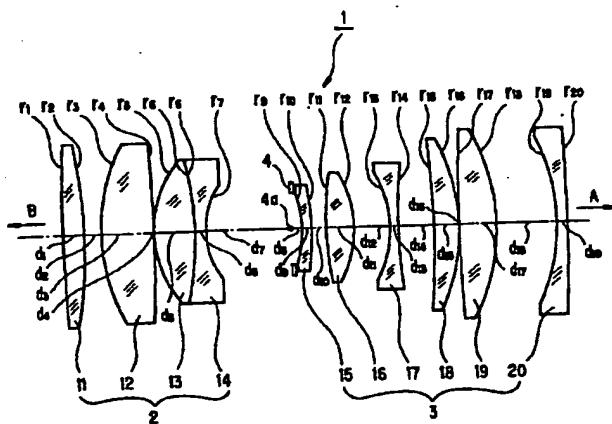
22

- 101 半導体レーザアレイ  
102 感光体ドラム  
103 画像メモリ  
104 信号処理回路  
105 レーザ駆動回路  
106 制御回路  
A 拡大側  
B 縮小側

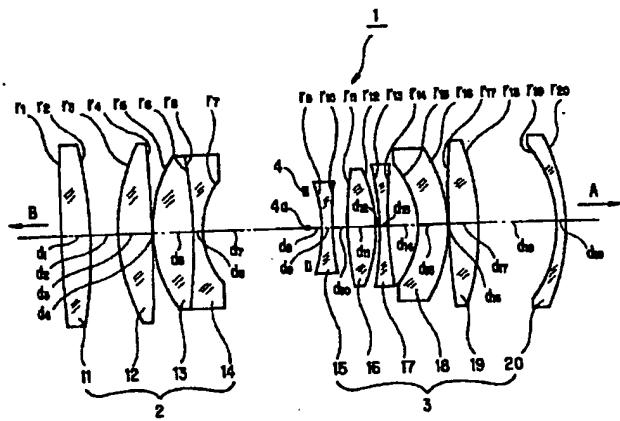
【図1】



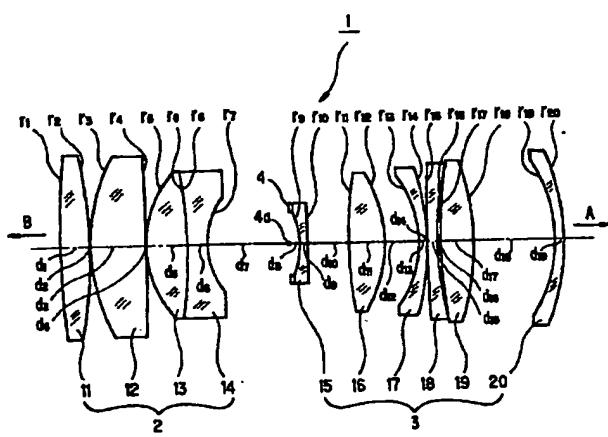
【図2】



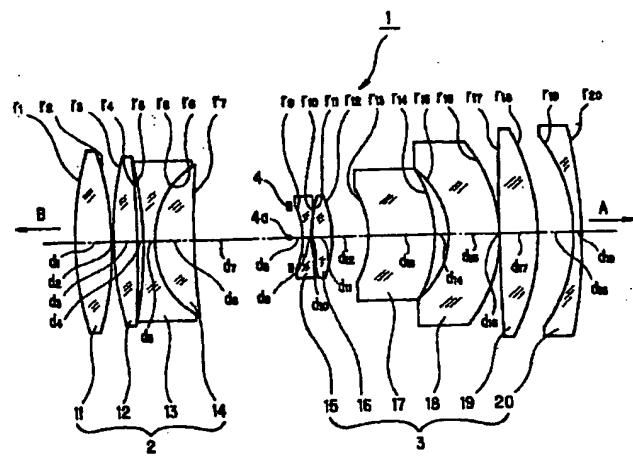
【図3】



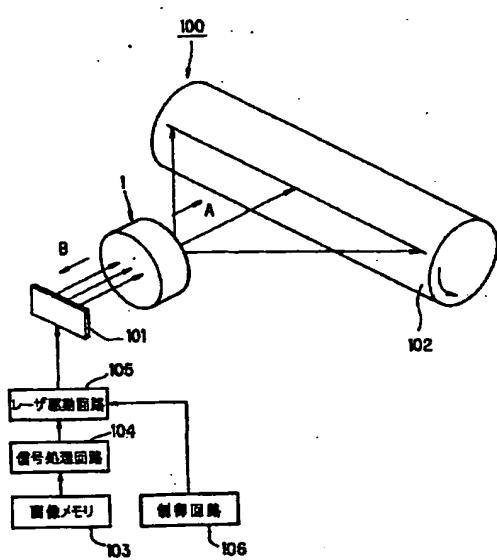
【図4】



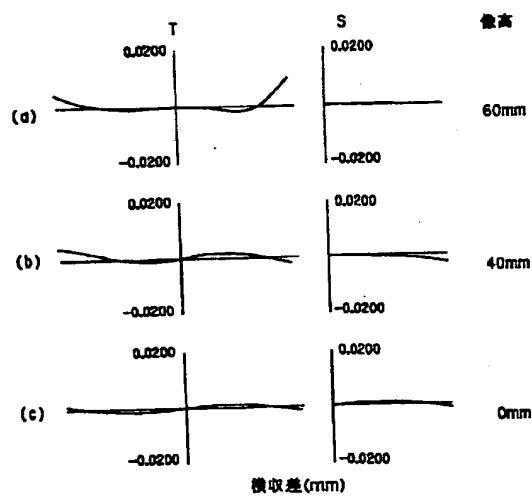
【図5】



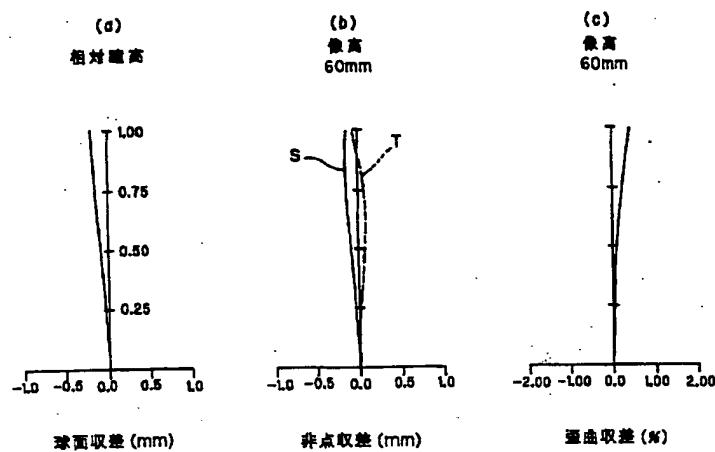
【図6】



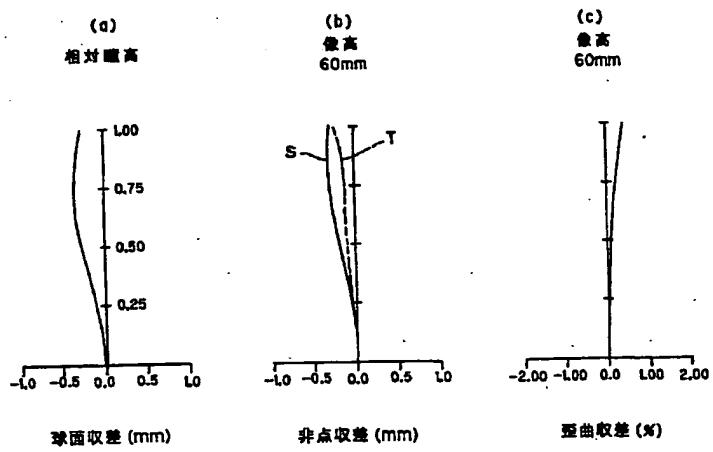
【図8】



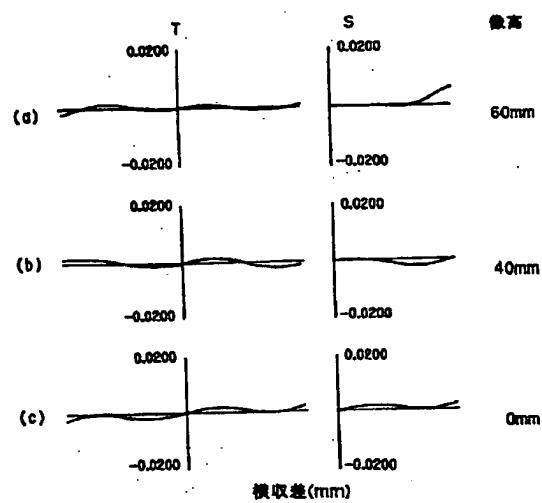
【図7】



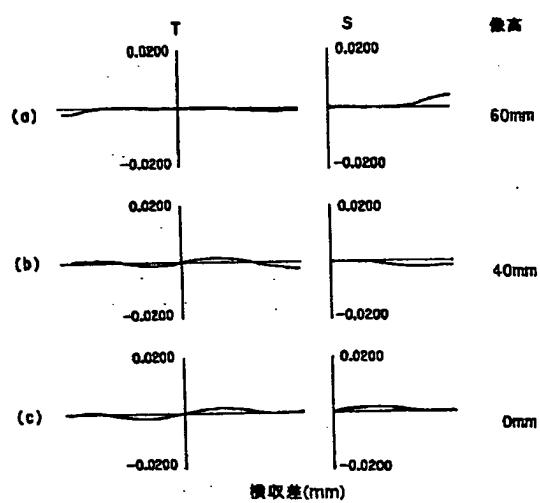
【図9】



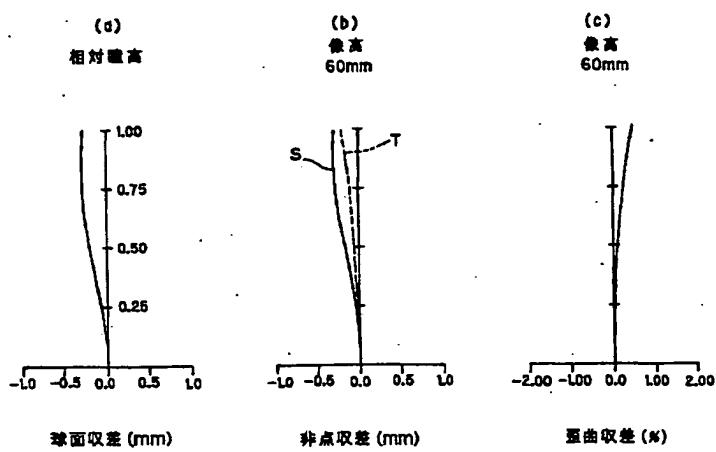
【図10】



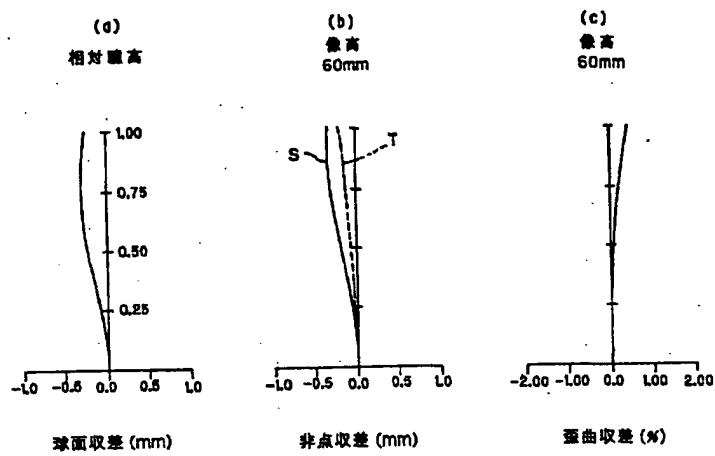
【図12】



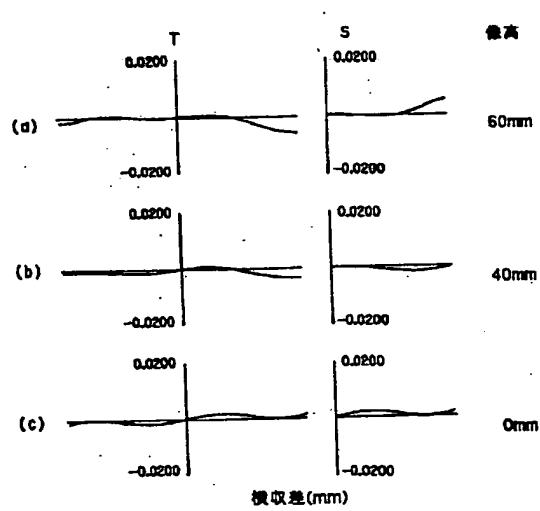
【図11】



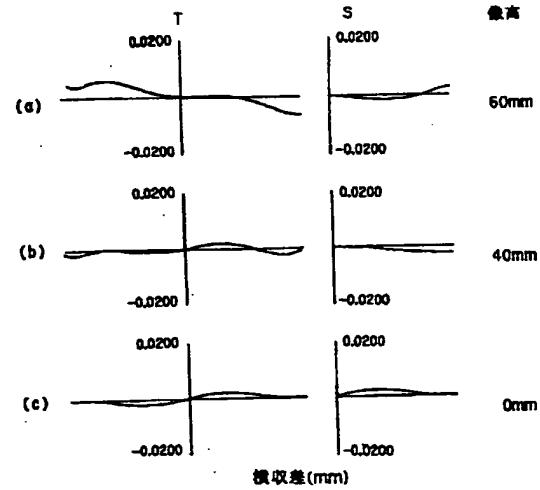
【図13】



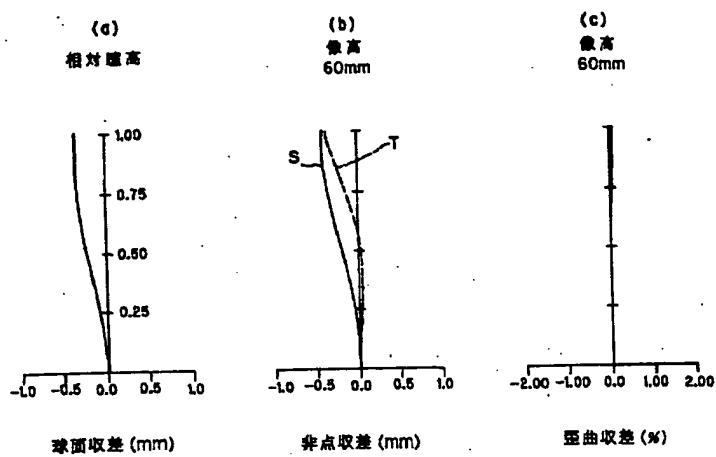
【図14】



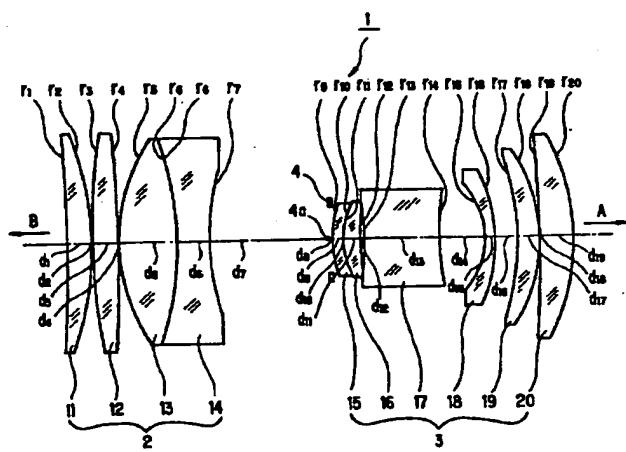
【図16】



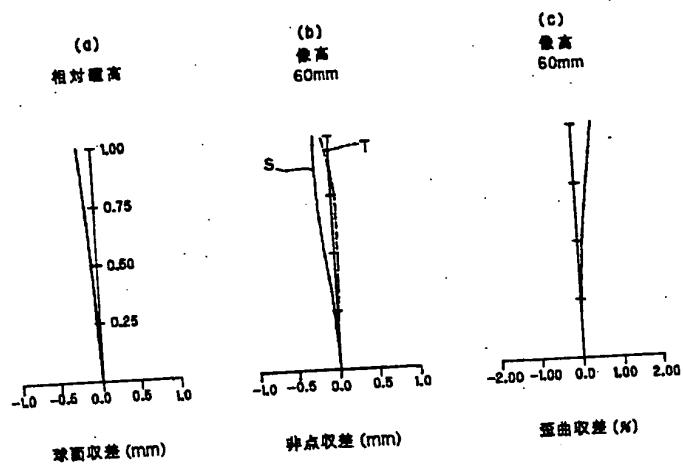
【図15】



【図17】

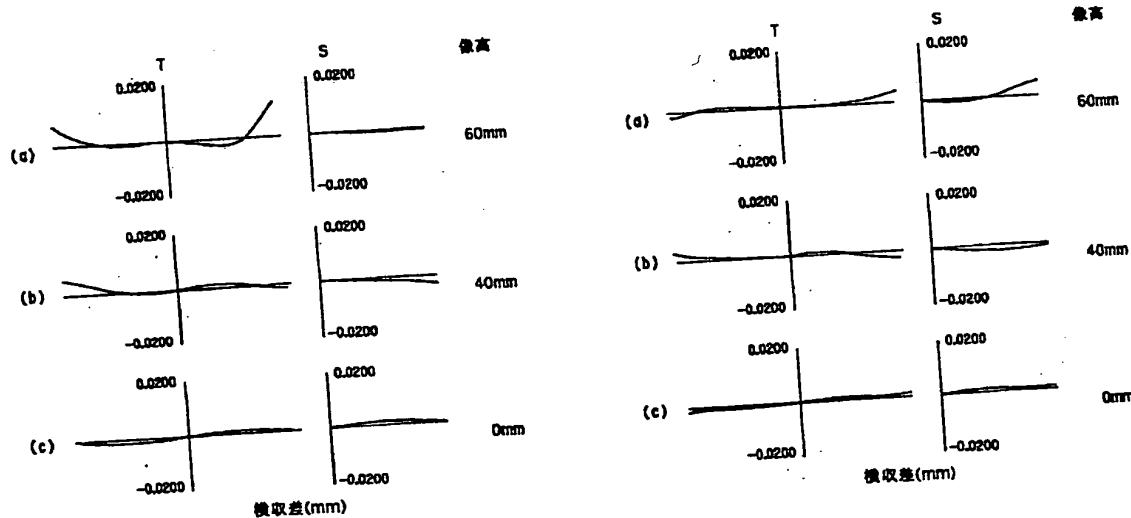


【図18】

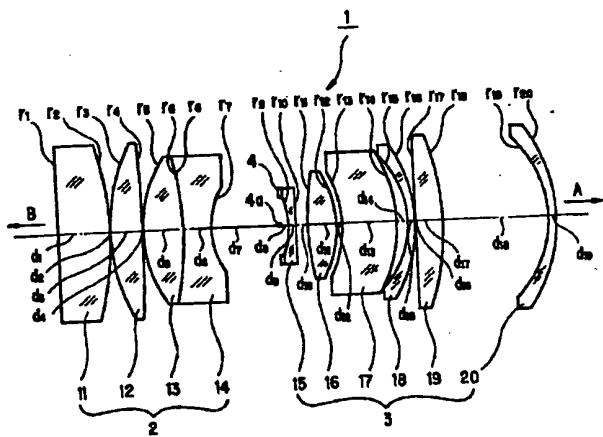


【図19】

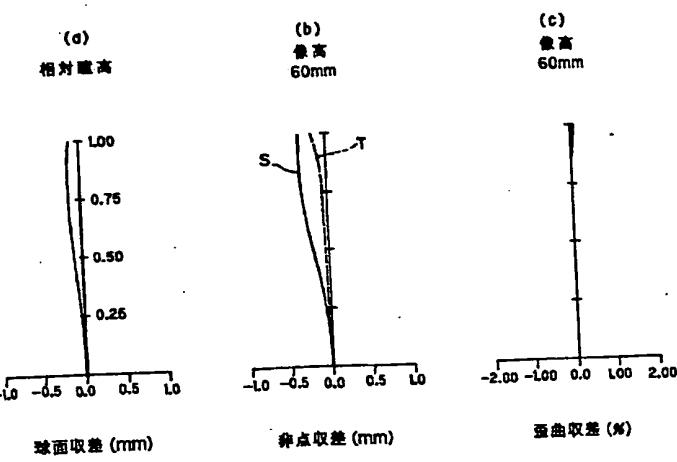
【図22】



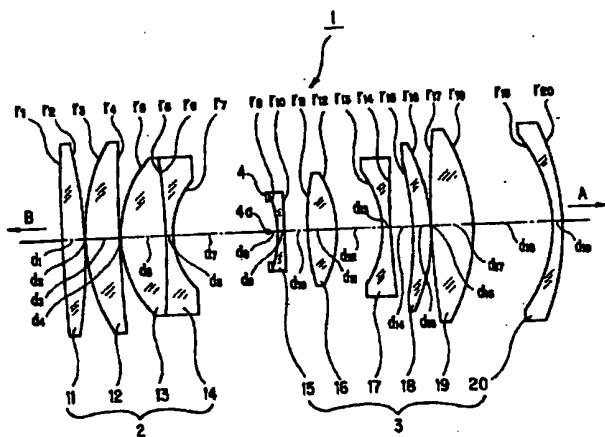
【図20】



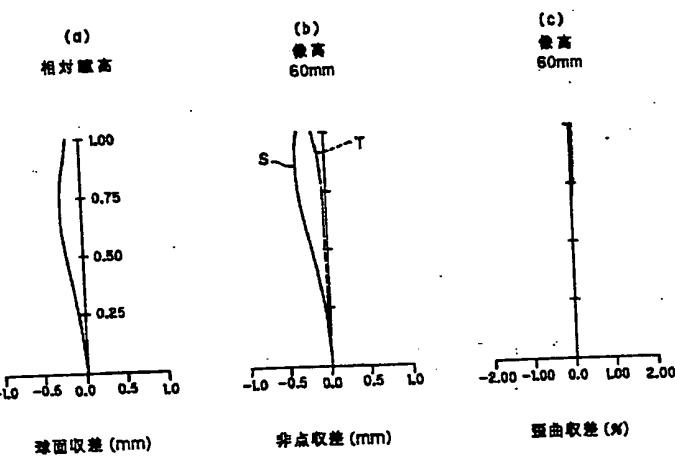
【図21】



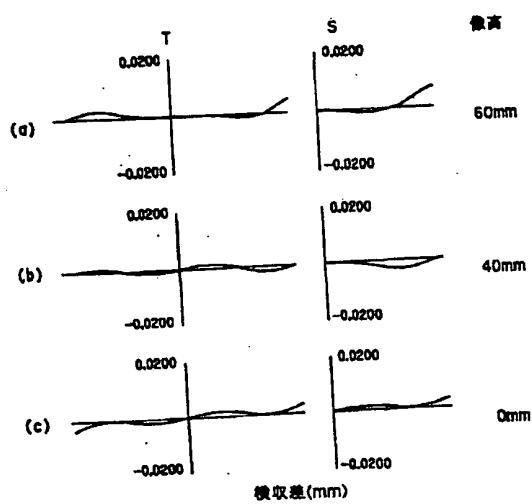
【図23】



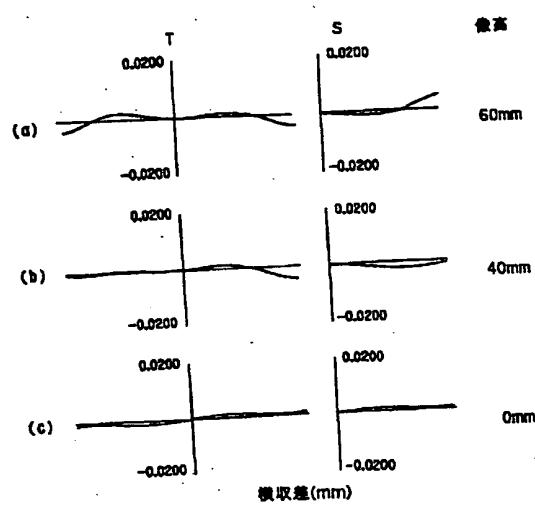
【図24】



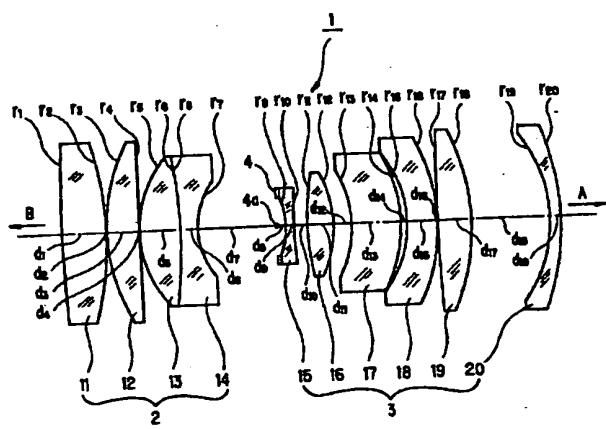
【図25】



【図28】



【図26】



【図27】

